

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE  
in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 13 March 2001 (13.03.01)	
International application No. PCT/DE00/02000	Applicant's or agent's file reference 0497.13
International filing date (day/month/year) 15 June 2000 (15.06.00)	Priority date (day/month/year) 19 July 1999 (19.07.99)
Applicant TRAPPE, Henning et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
11 January 2001 (11.01.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
\_\_\_\_\_

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Antonia Muller Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

20690865  
Translation.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

27  
#6  
ce  
5.50.2

Applicant's or agent's file reference 0497.13	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE00/02000	International filing date (day/month/year) 15 June 2000 (15.06.00)	Priority date (day/month/year) 19 July 1999 (19.07.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01V 1/28		
Applicant TRAPPE, Henning		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

RECEIVED  
MAY 30 2002  
REGISTERED

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 11 January 2001 (11.01.01)	Date of completion of this report 27 February 2001 (27.02.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE00/02000

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
 pages \_\_\_\_\_ 1-15 \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:  
 pages \_\_\_\_\_ 1-10 \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☒ the drawings:  
 pages \_\_\_\_\_ 1/3-3/3 \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.  
 These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:
- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-10	YES
	Claims		NO

**2. Citations and explanations**

The problem addressed with the present invention to indicate a method for seismic data processing wherein the data is classified over an entire measurement data volume according to absolute criteria. The prior art only deals with relative comparisons in the local vicinity of a data point, and, e.g., laterally continuous and slowly changing ambient conditions do not stand out.

This problem is solved by comparing each observed local section with a predetermined reference section, which reference section consists of neighboring trace sections of a plurality of seismic traces.

In WO 96/18915, which is regarded as closest prior art and was cited in the application, only a relative similarity to the individual cell is determined, which is then compared with likewise calculated similarity values of a volume of a known hydrocarbon bed (e.g. to determine the drilling location).

# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

REC'D 01 MAR 2001

PCT



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 0497.13	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/02000	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 15/06/2000	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 19/07/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01V1/28		
Anmelder TRAPPE, Henning et al.		

- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.
  - ☐ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags  11/01/2001	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  27.02.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Whittington, J  Tel. Nr. +49 89 2399 2781 

**I. Grundlag d s B richts**

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

**Beschreibung, Seiten:**

1-15                      ursprüngliche Fassung

**Patentansprüche, Nr.:**

1-10                      ursprüngliche Fassung

**Zeichnungen, Blätter:**

1/3-3/3                      ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE00/02000

- ☐ Beschreibung,      Seiten:  
☐ Ansprüche,      Nr.:  
☐ Zeichnungen,      Blatt:

5. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-10
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen  
**siehe Beiblatt**

## **Sektion V:**

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur seismischen Datenverarbeitung anzugeben, bei dem eine Klassifizierung der Daten über ein gesamtes Meßdatenvolumen nach absoluten Kriterien erfolgt. Im Stand der Technik handelt es sich nämlich um nur relative Vergleiche in der lokalen Umgebung eines Datenpunktes, wobei zum Beispiel lateral kontinuierliche und sich langsam ändernde Umgebungsbedingungen nicht auffallen.

Diese Aufgabe wird gelöst indem jede betrachtete lokale Ausschnitt mit einem vorbestimmten Referenzausschnitt verglichen wird, welche Referenzausschnitt aus benachbarten Spurabschnitten mehrerer seismischer Spuren besteht.

In das bereits in der Anmeldung zitierte, und als nächst liegende Stand der Technik betrachtet Dokument WO 96/18915, wird nur eine relative, auf die einzelne Zelle bezogene Ähnlichkeit bestimmt, die dann mit ebenso berechneten Ähnlichkeitswerten von einem Volumen mit bekannter Kohlenwasserstofflagerstätte verglichen (um z.B. die Bohrlokation zu bestimmen).



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: ales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01V1/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01V

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 18915 A (AMOCO CORP) 20. Juni 1996 (1996-06-20) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-10
A	US 5 706 194 A (NEFF DENNIS B ET AL) 6. Januar 1998 (1998-01-06) Spalte 3, Zeile 12 - Zeile 48	1,8,9
A	WO 97 13166 A (AMOCO CORP) 10. April 1997 (1997-04-10) in der Anmeldung erwähnt Seite 4, Zeile 10 -Seite 5, Zeile 5	1,4
A	WO 97 39367 A (AMOCO CORP) 23. Oktober 1997 (1997-10-23) in der Anmeldung erwähnt	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgetüft)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. November 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/12/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Swartjes, H

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9618915 A	20-06-1996	US 5563949 A	08-10-1996
		AU 696742 B	17-09-1998
		AU 4133396 A	03-07-1996
		CA 2179901 A,C	20-06-1996
		CN 1138902 A	25-12-1996
		EG 20609 A	30-09-1999
		EP 0736185 A	09-10-1996
		NO 962731 A	11-10-1996
		US 5930730 A	27-07-1999
		US 5838564 A	17-11-1998
US 5706194 A	06-01-1998	AU 673795 A	21-11-1996
		CA 2177771 A	02-12-1996
		EP 0745870 A	04-12-1996
		NO 962267 A	02-12-1996
WO 9713166 A	10-04-1997	US 5930730 A	27-07-1999
		AU 709621 B	02-09-1999
		AU 7382996 A	28-04-1997
		CA 2204168 A	10-04-1997
		CN 1166207 A	26-11-1997
		EP 0796442 A	24-09-1997
		NO 971801 A	05-06-1997
WO 9739367 A	23-10-1997	AU 710968 B	30-09-1999
		AU 1824797 A	07-11-1997
		CA 2220274 A	23-10-1997
		EP 0832442 A	01-04-1998
		NO 975784 A	12-02-1998
		US 5892732 A	06-04-1999

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Welt rganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
25. Januar 2001 (25.01.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 01/06277 A1

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01V 1/28

(71) Anmelder und

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02000

(72) Erfinder: TRAPPE, Henning [DE/DE]; Burgwedeler  
Straße 89, D-30916 Isernhagen (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:  
15. Juni 2000 (15.06.2000)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HELLMICH, Carsten  
[DE/DE]; Kollenrodtstraße 54, D-30163 Hannover (DE).  
FÖLL, Marc [DE/DE]; Kollenrodtstraße 54, D-30163  
Hannover (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(74) Anwalt: HANSEN, Jochen; Eisenbahnstraße 5, D-21680  
Stade (DE).

(30) Angaben zur Priorität:  
199 33 717.9 19. Juli 1999 (19.07.1999) DE

(81) Bestimmungsstaaten (national): NO, US.

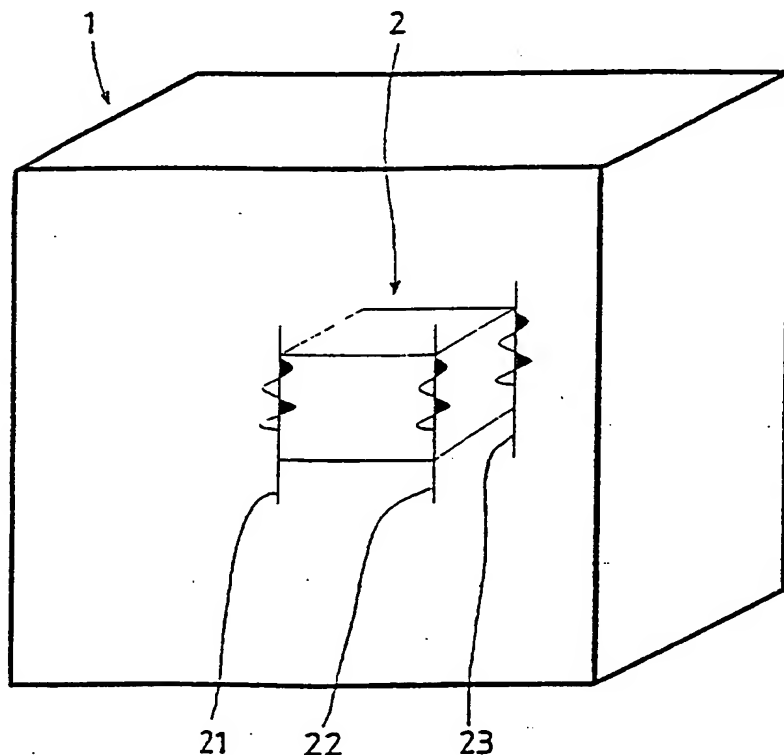
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR PROCESSING SEISMIC DATA

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SEISMISCHEN DATENVERARBEITUNG

DA HANSEN  
eingegangen / received

02. Feb. 2001



(57) Abstract: The invention relates to a method for processing a seismic 3-D measurement data set, consisting of a multitude of seismic traces, each having a sequence of amplitude values or data points provided with acoustic impedances. Said method consists of the following: selecting a reference section at a predetermined location and depth which comprises neighbouring trace sections of several seismic traces; determining the similarity between the selected reference section and localised sections of seismic data from the measurement data set; creating a volume of data which corresponds to the measurement data record, using the similarity value which has been determined and allocated to each data point as the attribute. During processing of the seismic data, the inventive method enables the sub-surface image to be classified by an absolute comparison of the measurement data with a reference sample section as the means of interpretation.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/06277 A1



(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

**Veröffentlicht:**

- Mit internationalem Recherchenbericht.
- Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung eines seismischen 3-D Meßdatensatzes bestehend aus einer Vielzahl von seismischen Spuren, die jeweils eine Reihe von mit Amplitudenwerten bzw. akustischen Impedanzen belegten Datenpunkten aufweisen. Durch Auswählen eines Referenzausschnittes an einer vorbestimmten Lokation und Tiefe, der benachbarte Spurabschnitte mehrerer seismischer Spuren umfaßt; Bestimmen der Ähnlichkeit zwischen dem ausgewählten Referenzausschnitt und lokalen Ausschnitten seismischer Daten aus dem Meßdatensatz und Erzeugen eines dem Meßdatensatz entsprechenden Datenvolumens mit den ermittelten, jedem Datenpunkt zugeordneten Ähnlichkeitswerten als Attribut wird bei der Verarbeitung eine Klassifizierung des Untergrundbildes durch einen automatisierten Vergleich der Meßdaten mit einem Referenzmusterabschnitt als Interpretationsinstrument ermöglicht.

## B E S C H R E I B U N G

## Verfahren zur seismischen Datenverarbeitung

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bearbeitung eines seismischen 3-D Meßdatensatzes bestehend aus einer Vielzahl von seismischen Spuren, die jeweils eine Reihe von mit Amplitudenwerten belegten Datenpunkten aufweisen.

10

Seismische Erkundungsverfahren werden weltweit genutzt, um neben Informationen aus abgeteufte Bohrungen zusätzliche Erkenntnisse über Verbreitung von geologischen Strukturen im Untergrund zu erhalten. Oftmals kann aufgrund von Informationen aus seismischen Daten auf weitere kostenintensive Erkundungsbohrungen verzichtet oder ihre Zahl auf ein Minimum eingeschränkt werden.

20

Bei der seismischen Erkundung des Untergrundes werden Sensoren (Geophone/Hydrophone) benutzt, die hintereinander aufgereiht (2D-Seismik) Schallwellen empfangen. Diese Wellen werden von einer seismischen Quelle, beispielsweise Sprengladung, Vibrationsanregung oder Luftpulsern (airguns), angeregt und von den Erdschichten z. T. an die Oberfläche zurückreflektiert. Dort werden sie von den Sensoren registriert und in Form einer Zeitreihe aufgezeichnet. Diese Zeitreihe stellt die ankommende seismische Energie in Form von Amplitudenschwankungen dar. Sie wird digital gespeichert und besteht aus gleichmäßig angeordneten Datenpunkten (Samples), die durch die Zeit und den zugehörigen Amplitudenwert gekennzeichnet sind. Eine

25

30

solche Zeitreihe wird auch als seismische Spur bezeichnet. Die Meßreihe wandert über das zu untersuchende Gebiet, so daß mit dieser Anordnung ein 2D seismisches Profil aufgenommen wird.

5

Die nachfolgende Weiterverarbeitung (Processing) hat eine Rauschunterdrückung z. B. durch Stapeln oder Filtern zum Ziel. Resultierende Ergebnisse sind Vertikalprofile, in denen Amplituden und Laufzeiten sowie aus Amplituden abgeleitete Attribute dargestellt sind, die als Grundlage für die weitere geologische Auswertung dienen. Die geologischen Schichten lassen sich auf einem Profil durch die laterale Amplitudenaneinanderreihung verfolgen.

15

Werden die Daten nicht nur entlang einer Linie sondern in einem flächenmäßigen Raster aufgenommen, ergibt sich ein dreidimensionales Datenvolumen. Im Fall des 3D-Volumens wird einem beliebigen Punkt im Untergrund, beschrieben z. B. durch kartesische Koordinaten, ein Amplitudenwert zugeordnet. Die vertikale Richtung wird in Zeit (Schalllaufzeit) gemessen.

20

Bei der weiteren Datenverarbeitung werden die Meßdaten korrigiert, gefiltert und ggf. konvertiert. Das Ergebnis ist ein seismisches Volumen in Form eines 3D-Datensatzes, der in einem seismischen Abbild physikalische Eigenschaften des untersuchten Untergrundes darstellt.

25

Aus diesem Datensatz können beliebige Schnitte, wie z. B. vertikale Profile und horizontale Karten aus verschiedenen Teufen extrahiert werden, die im weiteren Verlauf von Geophysikern und Geologen interpretiert werden. Da diese Interpretation der gewonnenen

30

seismischen Abbilder im wesentlichen eine optische Korrelation umfaßt, sind Versuche unternommen worden, diese von einem oder mehreren Interpreten abhängige, subjektive Auswertung zu automatisieren.

5

Aus der WO 96/18915 ist ein Verfahren zur seismischen Datenverarbeitung bekannt, bei dem ein seismisches 3D-Volumen in eine Vielzahl von vertikal übereinanderstehenden und beabstandeten horizontalen Scheiben aufgeteilt wird, wobei wenigstens eine Scheibe in eine Vielzahl von Zellen geteilt wird. Dabei weist jede Zelle wenigstens 3 Spurabschnitte auf, wobei der erste und zweite Spurabschnitt in eine Vertikalebene in Profilrichtung (inline) und der dritte Spurabschnitt mit dem ersten Spurabschnitt in einer Vertikalebene im wesentlichen senkrecht zur Profilrichtung (crossline) angeordnet sind. Dann wird eine Kreuzkorrelation zwischen jeweils zwei Spurabschnitten in den beiden Vertikalebenen durchgeführt, die von der Schichtneigung abhängige inline- und crossline-Werte ergeben. Die Kombination dieser Werte in einer Zelle ergibt einen Kohärenzwert für die Zelle, der einem Datenpunkt der Zelle zugeordnet wird. Das Endergebnis ist wiederum ein 3D-Datenvolumen, aus dem beliebige Schnitte extrahiert und dargestellt werden können.

25

Aus der EP 0 832 442 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur seismischen Datenverarbeitung mittels Kohärenzcharakteristik bekannt, bei dem in zur o.g.

30

Druckschrift ähnlichen Weise ein seismisches Volumen in horizontale Scheiben und diese wiederum in Zellen unterteilt werden. Diese Zellen sind im einfachsten Fall würfelförmig. Aus dem in einer Zelle befindlichen wenigstens zwei Spurabschnitten wird eine Korrelations-

matrix als Summe der Differenzen jeweils des inneren und des äußeren Produkts der Wertetupel aus den Spurabschnitten gebildet. Als Maß für die Kohärenz wird dann der Quotient aus dem größten Eigenwert der Matrix und  
5 der Summe aller Eigenwerte berechnet. Als Ergebnis entsteht wiederum ein 3D-Volumen bestehend aus Kohärenzwerten.

Desweiteren betrifft die EP 0 796 442 A1 ein Verfahren  
10 und eine Anlage zur seismischen Datenverarbeitung, bei dem ein Kohärenzverfahren, basierend auf einer Semblanceanalyse, durchgeführt wird. Ähnlich zu den beiden vorgenannten Verfahren wird ein seismisches Datenvolumen in wenigstens eine horizontale Zeitscheibe  
15 und diese in eine Vielzahl von dreidimensionalen Analysezellen eingeteilt, wobei jede Zelle zwei vorbestimmte, zueinander senkrechte Lateralrichtungen und wenigstens fünf nebeneinander angeordnete seismische Spurabschnitte darin aufweist. In der jeweiligen Zelle  
20 wird dem entsprechenden Datenpunkt ein Semblancewert der in der Zelle befindlichen Spurabschnitte zugeordnet. Die Semblance ist hierbei ein bekanntes Maß für die Übereinstimmung seismischer Spurabschnitte. Dabei wird durch ein Absuchen verschiedener Schichtneigungen  
25 und Richtungen das Einfallen und die Einfallsrichtung des analysierten Reflektors durch die beste Kohärenz ermittelt. Neben dem Semblancewert werden dann für jede Zelle auch die berechneten Neigungsdaten angezeigt.

30 Ferner ist aus der EP 626 594 A1 ein Verfahren zur Bestimmung physikalischer Eigenschaften des Untergrundes bekannt, bei dem ein Vergleich einer an einer Bohrlokation aufgenommenen seismischen Referenzspur mit einer aus Logdaten einer Bohrung synthetisch gewonnenen



Referenzspur durchgeführt wird. Anschließend werden modifizierte synthetische Seismogramme erzeugt, die mit den weiteren seismischen Spuren verglichen werden. Dabei werden jedoch jeweils nur zwei Spursegmente, nämlich ein Spursegment einer seismischer Spur und ein Spursegment einer synthetisch erzeugten seismischen Spur miteinander verglichen. Laterale Umgebungen werden somit nicht berücksichtigt.

Ferner ist von C. Hellmich, H. Trappe und J. Fertig mit dem Titel "Bildverarbeitung seismischer Attribute und Geostatistik im Oberkarbon" aus DGMK Tagungsbericht (1996) eine Bildverarbeitungsmethode bekannt, die eine quantitative Charakterisierung seismischer Darstellungen ermöglicht und somit weitere Interpretationen der Lithologie zuläßt. Dabei werden unterschiedliche Bildverarbeitungsfilter auf Amplitudenkarten angewandt und die Schwankungen bzw. die Kontinuität der Amplitudenwerte der näheren Umgebung quantifiziert. Diese Filter stellen 2D-Mehrspurfilter dar, mit denen die lokale Umgebung um einen Datenpunkt herum ausgewertet wird. Verwendete Operatoren hierfür sind u.a. Entropie und Dispersion. Mit allen Attributen können Karten zur Interpretation erzeugt werden. Dabei sind die Größen "Entropie" oder "Dispersion" Maßzahlen, die Schwankungen bzw. Kontinuitäten der Amplitude in der lokalen Umgebung quantifizieren.

Dabei ist hervorzuheben, daß in den vorgenannten Verfahren nur relative Vergleiche in der lokalen Umgebung eines Datenpunktes betrachtet werden. Somit fallen beispielsweise lateral kontinuierlich und sich langsam ändernde Umgebungsbedingungen bei den vorgenannten Auswerteverfahren nicht auf. Auch in der Ausführung

gemäß Anspruch 19 der WO 96/18915 wird zunächst nur eine relative, d. h. auf die einzelne Zelle bezogene Ähnlichkeit bestimmt. Die so berechneten Ähnlichkeitswerte werden mit ebenso berechneten Ähnlichkeitswerten von einem Volumen mit bekannter Kohlenwasserstofflagerstätte verglichen und die Bohrlokation in dem neu untersuchten Volumen aus dem Vergleich der Kohärenzwerte mit den Kohärenzwerten des Volumens der bekannten Kohlenwasserstofflagerstätte bestimmt. Gleichwohl gehen auch hier in den Vergleich nur relativ in einer lokalen Umgebung (Zelle) ermittelte Kohärenzwerte ein.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren zur seismischen Datenverarbeitung anzugeben, bei dem eine Klassifizierung der Daten über ein gesamtes Meßdatenvolumen nach absoluten Kriterien erfolgt.

Gelöst wird diese Aufgabe mit einem Verfahren gemäß Patentanspruch 1.

Sind die geologischen Verhältnisse des zu untersuchenden Untergrundes an einer Lokation innerhalb des vom seismischen Datenvolumen überdeckten Gebietes bekannt, beispielsweise aus Bohrlochinformationen, wird die Ähnlichkeit der seismischen Signale im gesamten Meßdatenvolumen mit dem Signal an dieser Lokation von bekannter Geologie bestimmt. Dabei wird angenommen, daß ähnliche geologische Verhältnisse ein ähnliches seismisches Signal hervorrufen, um so über die Ähnlichkeitsbestimmung die an der Bohrlokation bekannten geologischen Verhältnisse auf andere Bereiche übertragen bzw. dort wiederfinden zu können.

Erfindungswesentlich ist dabei der Vergleich des jeweilig betrachteten lokalen Ausschnittes mit einem vorbestimmten Referenzausschnitt, der ebenfalls aus benachbarten Spurabschnitten mehrerer seismischer

5 Spuren besteht. Damit wird zu einem Referenzmuster, daß neben der zeitlichen Ausdehnung entlang einer seismischen Spur (Zeitreihe) auch eine laterale Ausdehnung aufweist, ein absoluter Bezug hergestellt.

10 Somit kann die Berücksichtigung auch lateraler Veränderungen bei dem Mustervergleich bezogen auf das Referenzmuster Wahrscheinlichkeitsaussagen für geologische Gegebenheiten in lateraler Richtung liefern. Somit lassen sich sowohl lateral kleinräumige Änderungen und

15 aufgrund des absoluten Vergleichs bezogen auf ein Referenzmuster auch Änderungen über weite Entfernungen mit hoher Wahrscheinlichkeit erkennen. Weiter ist es aber auch möglich, lateral sich langsam verändernde Strukturen aufgrund des absoluten Vergleichs mit dem

20 Referenzmuster durch abnehmende oder wieder zunehmende Ähnlichkeit nachzuweisen.

Damit hat die Auswahl eines volumenförmigen Ausschnittes den Vorteil, daß neben der vertikalen Verteilung der Amplitudeninformation als kennzeichnende Größe

25 auch die laterale Änderung des seismischen Signals zur Charakterisierung des Untergrundes berücksichtigt wird. Es ist wissenschaftlich dargelegt, daß aufgrund der Kenntnisse der lateralen Änderung der Geologie Aussagen

30 bezüglich der Mächtigkeit von Sandkörpern bzw. des sedimentologischen Umfeldes gemacht werden können. Motiviert durch diese Beobachtungen wird für das gesamte Datenvolumen die Ähnlichkeit der lokalen seismischen Daten mit der globalen Referenz bestimmt. Ein

Maß für diese Ähnlichkeit ist z. B. die Dispersion von Referenzdaten und lokalen Daten, aber auch eine wertoptimierte Semblancefunktion auf den kombinierten Referenzdaten und den lokalen Daten kommt zum Einsatz.

5

Insgesamt ist somit eine Klassifizierung der Datenpunkte des seismischen Volumens nach absoluten Kriterien gegeben.

10

Wenn die Größe des Referenzausschnittes und der lokalen Ausschnitte je Dimensionsrichtung 3 bis 7 Datenpunkte umfaßt, ist einerseits eine für die Datenauswertung ausreichende Anzahl von Datenpunkten gegeben und

15

andererseits können auch kleinräumige Strukturen im Signalbild mit der Analyse erkannt werden. So haben beispielsweise kohlenwasserstoffführende Schichten häufig eine vertikale Mächtigkeit im seismischen Signal, die deutlich unter 10 Sample liegt. Wichtig

20

dabei ist, daß auch eine ausreichende Anzahl benachbarter Spuren in den jeweilig betrachteten Ausschnitten umfaßt sind, um die laterale Charakteristik des Umfeldes im Vergleich mit zu berücksichtigen. Um hier ebenfalls lateral kleinräumige Veränderungen erfassen zu können, sollten auch in jeder Lateralrichtung

25

höchstens 10 Datenpunkte umfaßt werden.

Der Referenzmusterschnitt und die lokalen Ausschnitte sind bei einem bevorzugt zu verwendenden 3-D Meßdatensatz im einfachsten Fall quaderförmige Ausschnitte der seismischen Daten an der jeweiligen Lokation und Teufe. Gleichwohl sind weitere volumenförmige Ausschnittsformen für 3-D Daten denkbar.

30

Wenn die lokalen Ausschnitte und/oder der Referenzausschnitt entsprechend einer jeweils lokalen Vorzugsneigung und -neigungsrichtung verformt werden, sind die zur Analyse verwendeten Ausschnitte besser den jeweiligen geologischen Verhältnissen angepaßt.

Die lokalen Vorzugsrichtungen werden beispielsweise dadurch ermittelt, daß vor dem Bestimmen der Ähnlichkeit zwischen Referenzausschnitt und lokalen Ausschnitten durch iteratives Bestimmen der Ähnlichkeit nach Neigung und Neigungsrichtung gegeneinander versetzter benachbarter Spurabschnitte für den Referenzausschnitt und jeweils für den lokalen Ausschnitt diejenige Neigung und Neigungsrichtung gesucht wird, die die größte Ähnlichkeit der Spurabschnitte des Referenzausschnittes und jeweils des lokalen Ausschnittes ergibt.

Alternativ kann die Neigung und Neigungsrichtung auch dadurch bestimmt werden, daß bei der Auswahl des Referenzausschnittes dort nach der Neigung und Neigungsrichtung mit der größten Ähnlichkeit der zum Referenzausschnitt gehörenden Spurabschnitte gesucht wird, wobei dann beim Bestimmen der Ähnlichkeit zwischen Referenzausschnitt und lokalen Ausschnitten jeweils diejenige relative Neigung zwischen Referenzausschnitt und lokalen Ausschnitt ermittelt wird, die der größten Ähnlichkeit zwischen beiden Ausschnitten entspricht.

Bei beiden alternativen Verfahren wird als Ergebnis neben dem Datenvolumen mit den gefundenen Ähnlichkeitswerten zusätzlich ein Datenvolumen mit den ermittelten Neigungswerten und ein weiteres Datenvolumen mit den ermittelten Neigungsrichtungswerten gebildet.

Bevorzugt wird der Referenzausschnitt an einer Bohrung mit gesicherten lithologischen Informationen ausgewählt, so daß die durch die Bohrung gesicherten geologischen Verhältnisse auf entsprechende Bereiche des untersuchten Datenvolumens mit großer Ähnlichkeit übertragbar sind.

Ein Referenzausschnitt kann synthetisch durch Abfalten einer vorgewählten akustischen Impedanz, z. B. aus dem betreffenden Bohrlochlog, mit einem repräsentativen Wavelet gebildet werden, falls die seismische Datenqualität an der Bohrung, z. B. aufgrund von Störungsnähe, in der Qualität beeinträchtigt ist. Durch die Erstellung eines detaillierten Modells, z. B. mittels geostatistischen Methoden, kann ein beliebig kompliziertes Referenzmuster gebildet werden. Seismische Modellierungstechniken, wie z. B. seismisches Ray Tracing, können hieraus ein seismisches Referenzmuster erstellen. Das eröffnet die Möglichkeit spezielle Situationen zu suchen, z. B. Auskeilen von Schichten oder Störungszonen, die zur Erschließung von Lagerstätten von Bedeutung sein können. Die Erstellung eines Referenzmusterkataloges für 3-D-Strukturen ist damit möglich. Dieser Katalog kann zur Zuordnung von lokalen seismischen Signalcharakteren zu geologischen Kenngrößen, wie petrologischen Eigenschaften, Ablagerungsbedingungen, tektonischen Merkmalen etc. genutzt werden. Diese Zuordnung kann für jeden Punkt im gesamten Datennetz durchgeführt werden. Die Untersuchung erlaubt darüber hinaus die Optimierung der verwendeten Daten.

Dadurch, daß die Datenpunkte entsprechend der ermittelten Ähnlichkeitswerte klassifiziert werden, kann eine automatische Zuordnung bestimmter Untergrundbereiche des untersuchten Meßdatensatzes zu einer bestimmten geologischen Struktur erreicht werden.

Dadurch, daß mehrere Referenzausschnitte, beispielsweise Bohrlokationen, mit den lokalen Ausschnitten verglichen werden und somit mehrere Ähnlichkeitswerte zu jedem Datenpunkt berechnet werden, kann die Aussagekraft über die geologischen Verhältnisse im untersuchten Meßdatensatz erhöht werden. Mit einer entsprechenden Klassifizierung können einander ähnliche Strukturen lateral bestimmten in Bohrungen aufgeschlossenen geologischen Verhältnissen zugeordnet werden.

Das oben beschriebene Verfahren der Referenzmuster ist ebenfalls anzuwenden, wenn anstelle des seismischen Datensatzes ein akustisches Volumen, erstellt z. B. durch einen seismischen Inversionsprozeß, verwendet wird.

Nachfolgend wird die Erfindung beispielhaft unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren beschrieben.

Darin zeigt:

Fig. 1 schematisch ein 3-D Datenvolumen mit einem lokalen Ausschnitt,

Fig. 2 schematisch ein 3-D Datenvolumen mit einem geneigten lokalen Datenausschnitt,

Fig. 3 einen Horizontalschnitt entlang einer Schichtgrenze aus erfindungsgemäß verarbeiteten seismischen Daten und

5 Fig. 4 einen Horizontalschnitt entlang einer weiteren Schichtgrenze zu den Daten gemäß Fig. 3.

10 Fig. 1 zeigt schematisch ein 3-D Datenvolumen 1, das eine Vielzahl von nicht explizit dargestellten seismischen Spuren umfaßt. In dem Datenvolumen 1 ist ein quaderförmiger Ausschnitt 2 dargestellt, an dem exemplarisch drei Zeitreihen in Form seismischer Spurabschnitte 21, 22, 23 angeordnet sind. Bevorzugt weist der lokale Datenausschnitt 2 drei bis sieben benachbarte seismische Spuren je Lateralrichtung auf, 15 beispielsweise 5 x 5 Spuren mit einer zeitlichen Länge von ebenfalls 5 Datenpunkten (Sample), was bei einer Samplingrate von 4 msek. also einer Zeitscheibe von 20 msek. entspricht.

20 In Fig. 2 ist in zur Fig. 1 übereinstimmenden schematischen Darstellung in dem 3-D Datenvolumen 1 ein "verformter" Datenausschnitt 2', ebenfalls exemplarisch mit drei Zeitreihen in Form seismischer Spurabschnitte 21, 22, 23 belegt, dargestellt. Dabei spiegelt die Verformung des lokalen Datenausschnittes 2' die an 25 diesem Lokation- und Teufenbereich ermittelte Vorzugsneigung 31 und -richtung 32 wieder. Entsprechend der Vorzugsneigung 31 und -richtung 32 ist der in Fig. 1 dargestellte Datenausschnitt parallelepipedförmig ausgebildet.

30 In Fig. 3 ist das Ergebnis einer erfindungsgemäßen Referenzanalyse für einen geologischen Horizont mit konstanter Lithologie dargestellt. Hierfür wird eine



Scheibe entlang dieser Schichtgrenze aus dem 3-D Datensatz herausgeschnitten. Ausgehend von der Bohrung a mit gesicherter lithologischer Information wurde ein würfelförmiges Referenzmuster mit 3 x 3 x 3 Datenpunkte (Sample) analog zum in Fig. 1 dargestellten Ausschnitt gewählt.

Dann wurde im vertikalen Umfeld des zu untersuchenden Horizontes die Ähnlichkeit von lokalen Datenausschnitten zu diesem Referenzmusterschnitt errechnet. Dabei werden die errechneten Ähnlichkeitswerte als Attribut dem jeweiligen Mittelpunkt des gerade betrachteten lokalen Datenausschnittes zugeordnet und jeder interessierende lokale Datenpunkt, nötigenfalls über den gesamten 3-D-Datensatz, berücksichtigt.

Die Karte zeigt weitestgehende Übereinstimmung, gekennzeichnet durch die sehr hohen Ähnlichkeitswerte nahe 1. Entsprechend der rechts in Fig. 3 dargestellten Graustufenskalisierung können die ermittelten Ähnlichkeitswerte zugeordnet werden. In diesem Beispiel konnte eine Überprüfung anhand einer Referenzbohrung b durchgeführt werden, die die gleichen lithologischen Merkmale des Horizontes, nämlich einen Anhydrid, nachgewiesen hat. Eine Ausnahme bildet der nördliche, im oberen linken Quartal der Karte dargestellte Teil des Untersuchungsgebietes, bei dem sich die Einflüsse eines im Hangenden befindlichen Salzstockes, der die seismische Datenqualität negativ beeinflusst hat, widerspiegelt. Neben diesem gestörten Bereich sind weiter linienförmige Störungszonen erkennbar.

Demgegenüber zeigt Fig. 4 für das gleiche Untersuchungsgebiet eine unruhigere Lithologie. Die hier

ausgewählte Schichtgrenze ist einem für Kohlenwasser-  
stoffe in Frage kommenden Sandsteinspeicherhorizont  
zuzuordnen. Ausgehend von einem aus Bohrung a abge-  
leiteten Referenzmusterausschnitt wurden Ähnlichkeits-  
5 merkmale berechnet, wobei die Ähnlichkeitswerte ent-  
sprechend rechts dargestellter Graustufenskala be-  
tragsmäßig deutlich geringer als in Fig. 3 sind.  
Während im Umfeld der Bohrung a, wie zu erwarten, hohe  
Ähnlichkeitswerte angetroffen werden, treten Unter-  
10 schiede zum östlichen, auf der Karte rechts darge-  
stellten Teil des Untersuchungsgebietes auf. Die Boh-  
rung b hat in diesem Bereich geringerer Ähnlichkeit  
einen dichten Sandstein angetroffen, der als Speicher-  
horizont ungeeignet ist. Zu bemerken ist, daß einige  
15 der in Fig. 3 erkennbaren Störungszonen auch im Bereich  
dieser Schichtgrenze in Fig. 4 erkennbar sind.

## Bezugszeichenliste

	1	3-D Meßdatensatz
	2	lokaler Datenausschnitt
	2'	lokaler Datenausschnitt für geneigte Lithologie
5	21	seismischer Spurabschnitt
	22	seismischer Spurabschnitt
	23	seismischer Spurabschnitt
10	31	Vorzugsneigung
	32	Vorzugsneigungsrichtung
	a	Bohrung
	b	Bohrung
15	S	Graustufenskala

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

- 5 1. Verfahren zur Bearbeitung eines seismischen 3-D  
Meßdatensatzes, der aus einer Vielzahl von Spuren  
besteht, die jeweils durch eine Reihe von mit  
Amplitudenwerten bzw. mit akustischen Impedanzen  
belegten Datenpunkten gebildet sind, bei dem  
10 ausgehend von einem
- Referenzausschnitt, der einer vorbestimmten  
Lokation und Tiefe entspricht und benachbarte  
Spurabschnitte mehrerer seismischer Spuren  
15 umfaßt,
  - die Ähnlichkeit zwischen dem Referenzausschnitt  
und lokalen Ausschnitten seismischer Daten aus  
dem Meßdatensatz bestimmt und
  - 20 - ein dem Meßdatensatz entsprechendes Datenvolumen  
mit den ermittelten, jedem Datenpunkt zugeord-  
neten Ähnlichkeitswerten als Attribut erzeugt  
werden.
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Größe des Referenzausschnittes und der  
lokalen Ausschnitte je Dimensionsrichtung 3 bis 7  
Datenpunkte umfaßt.
- 30 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß die lokalen Ausschnitte und/oder der  
Referenzausschnitt entsprechend einer jeweils  
lokalen Vorzugsneigung und -neigungsrichtung  
verformt werden.

- 5 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
10 daß vor dem Bestimmen der Ähnlichkeit zwischen  
Referenzausschnitt und lokalen Ausschnitten durch  
iteratives Bestimmen der Ähnlichkeit nach Neigung  
und Neigungsrichtung gegeneinander versetzter  
benachbarter Spurabschnitte für den Referenz-  
ausschnitt und jeweils für den lokalen Ausschnitt  
diejenige Neigung und Neigungsrichtung gesucht  
wird, die die größte Ähnlichkeit der Spurabschnitte  
des Referenzausschnittes und jeweils des lokalen  
Ausschnittes ergibt.
- 15 5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
20 daß bei der Auswahl des Referenzausschnittes dort  
nach der Neigung und Neigungsrichtung mit der  
größten Ähnlichkeit der zum Referenzausschnitt  
gehörenden Spurabschnitte gesucht wird, wobei dann  
beim Bestimmen der Ähnlichkeit zwischen Referenz-  
25 ausschnitt und lokalen Ausschnitten jeweils die-  
jenige relative Neigung zwischen Referenzausschnitt  
und lokalen Ausschnitt ermittelt wird, die der  
größten Ähnlichkeit entspricht.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 3, 4 oder 5, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß zusätzlich zum Datenvolumen mit  
den Ähnlichkeitswerten ein Datenvolumen mit den  
ermittelten Neigungswerten und ein weiteres  
Datenvolumen mit den ermittelten  
35 Neigungsrichtungswerten gebildet werden.
7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzausschnitt

durch eine Bohrung mit gesicherten lithologischen Informationen gegeben ist.

5 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Referenzausschnitt synthetisch durch  
Abfalten einer vorgewählten 3-dimensionalen  
akustischen Impedanzverteilung aus dem betreffenden  
Bohrlochlog mit einem repräsentativen Wavelet  
erzeugt wird.

10 9. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,  
daß der Referenzausschnitt synthetisch mit Hilfe  
von seismischen 3-D Modellierungstechniken aus  
einem geologischen Modell, -bestimmt durch  
15 lithologische, petrophysikalische und/oder  
strukturelle Parameter, gebildet wird.

20 10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Referenz-  
ausschnitte, beispielsweise Bohrlokationen, mit den  
lokalen Ausschnitten verglichen werden und somit  
mehrere Ähnlichkeitswerte zu jedem Datenpunkt  
berechnet werden.

25

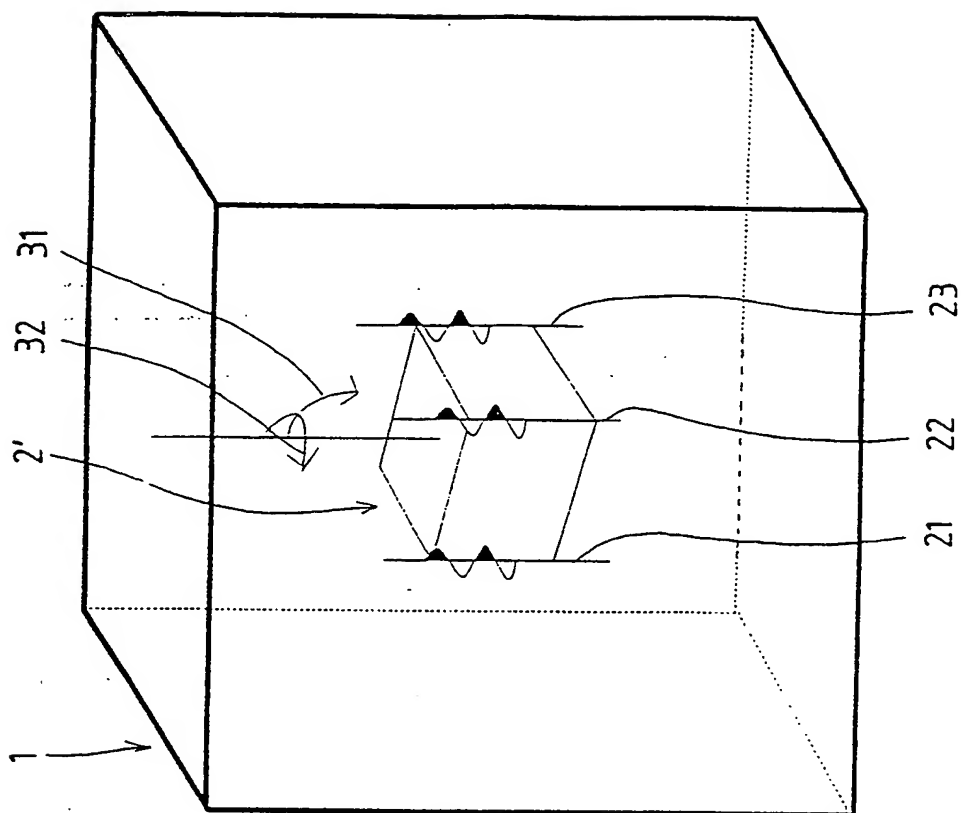


Fig. 2

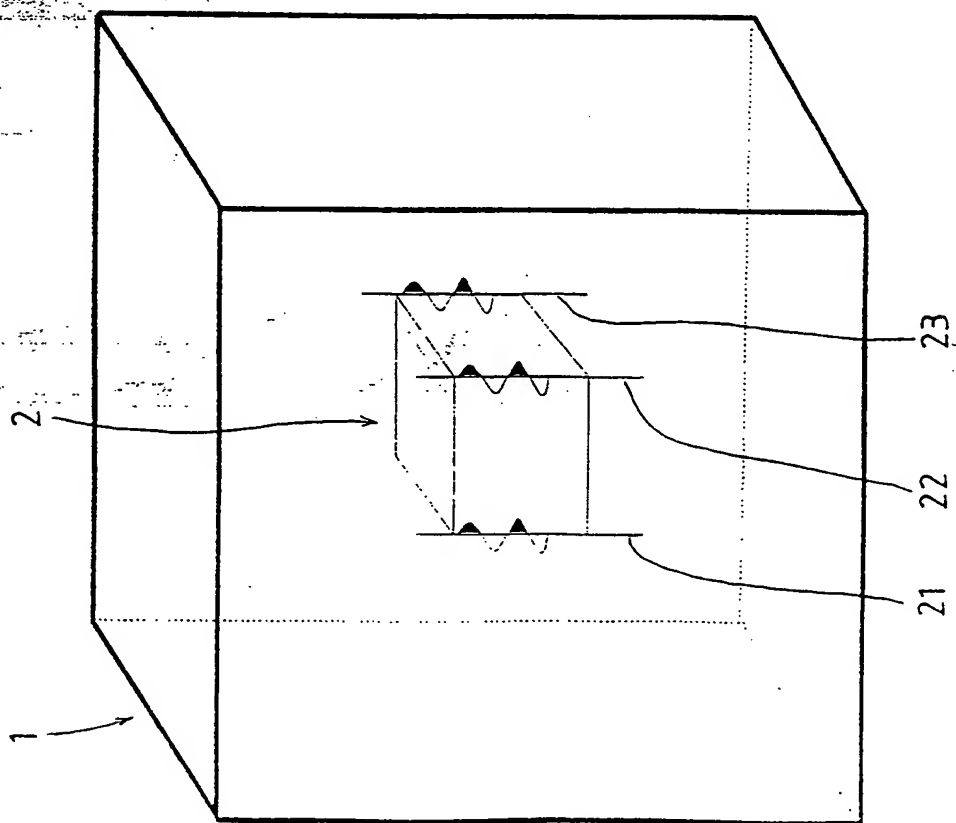


Fig. 1

2/3

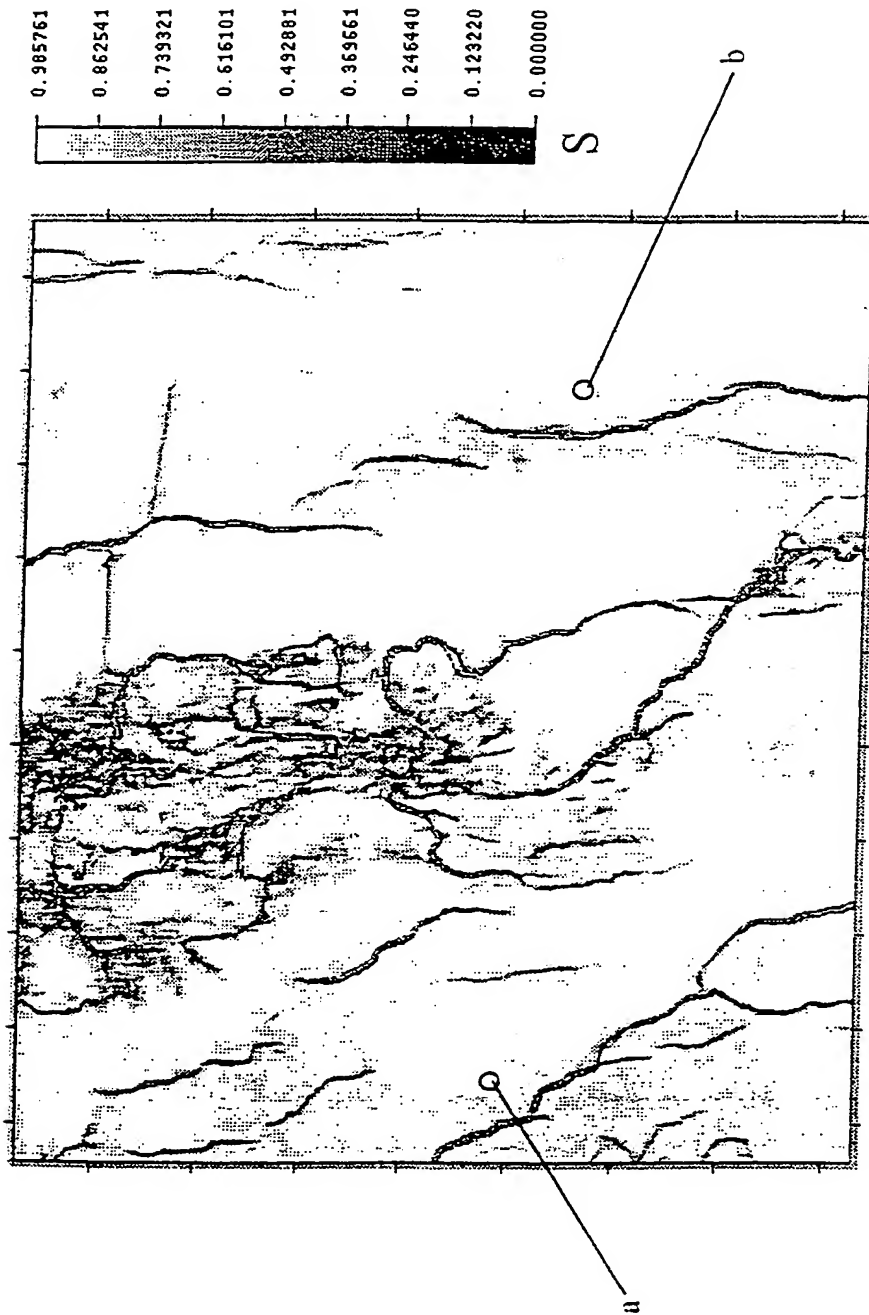


Fig. 3



3/3

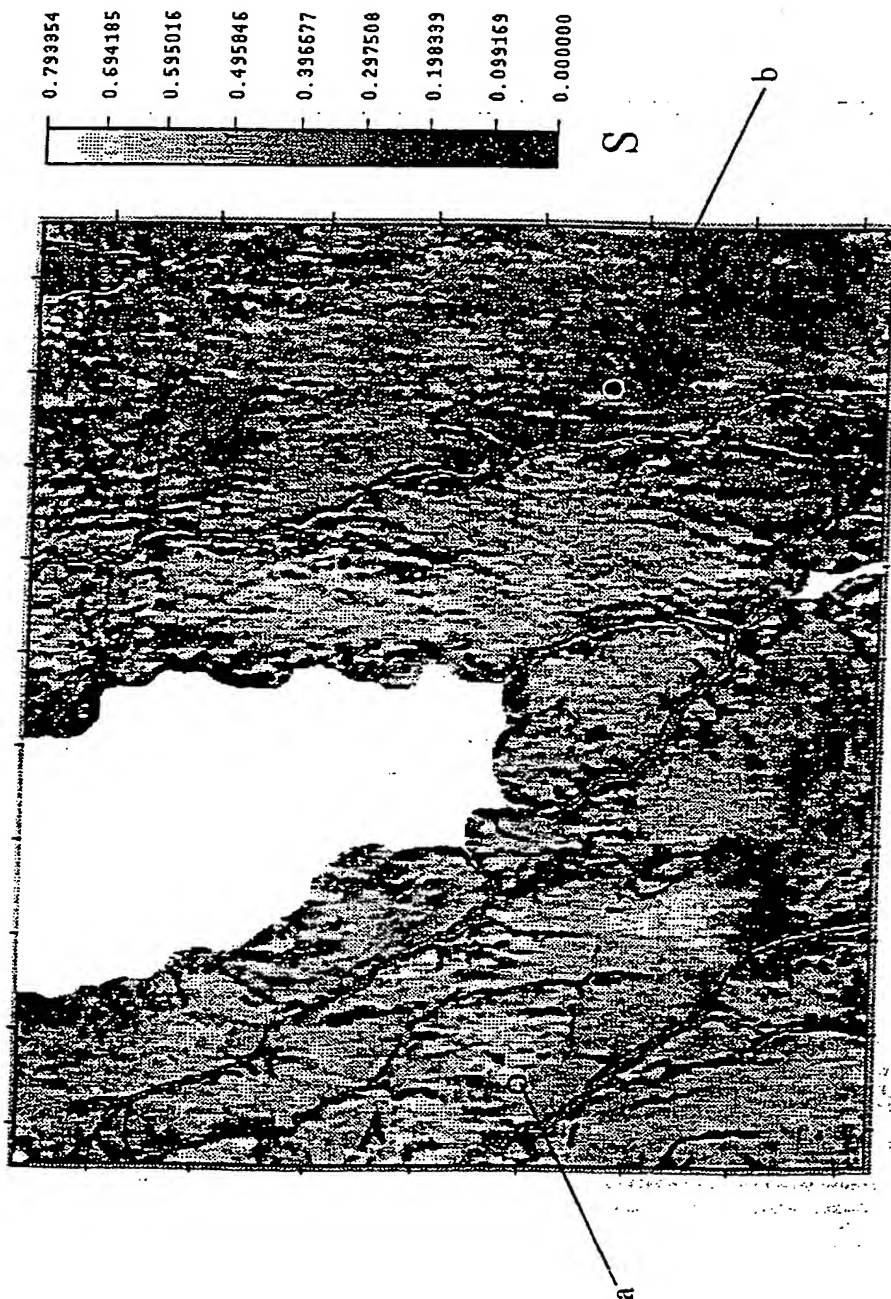


Fig. 4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern: PCT/DE 00/02000 Application No

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 G01V1/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01V

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96 18915 A (AMOCO CORP) 20 June 1996 (1996-06-20) cited in the application the whole document	1-10
A	US 5 706 194 A (NEFF DENNIS B ET AL) 6 January 1998 (1998-01-06) column 3, line 12 - line 48	1,8,9
A	WO 97 13166 A (AMOCO CORP) 10 April 1997 (1997-04-10) cited in the application page 4, line 10 -page 5, line 5	1,4
A	WO 97 39367 A (AMOCO CORP) 23 October 1997 (1997-10-23) cited in the application	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

**\* Special categories of cited documents:**

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 November 2000

Date of mailing of the international search report

06/12/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Swartjes, H

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/02000

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9618915	A	20-06-1996	US 5563949 A	08-10-1996
			AU 696742 B	17-09-1998
			AU 4133396 A	03-07-1996
			CA 2179901 A,C	20-06-1996
			CN 1138902 A	25-12-1996
			EG 20609 A	30-09-1999
			EP 0736185 A	09-10-1996
			NO 962731 A	11-10-1996
			US 5930730 A	27-07-1999
			US 5838564 A	17-11-1998
US 5706194	A	06-01-1998	AU 673795 A	21-11-1996
			CA 2177771 A	02-12-1996
			EP 0745870 A	04-12-1996
			NO 962267 A	02-12-1996
WO 9713166	A	10-04-1997	US 5930730 A	27-07-1999
			AU 709621 B	02-09-1999
			AU 7382996 A	28-04-1997
			CA 2204168 A	10-04-1997
			CN 1166207 A	26-11-1997
			EP 0796442 A	24-09-1997
			NO 971801 A	05-06-1997
WO 9739367	A	23-10-1997	AU 710968 B	30-09-1999
			AU 1824797 A	07-11-1997
			CA 2220274 A	23-10-1997
			EP 0832442 A	01-04-1998
			NO 975784 A	12-02-1998
			US 5892732 A	06-04-1999

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern:  Aktenzeichen

PCT/DL 00/02000

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G01V1/28

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 G01V

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, INSPEC, COMPENDEX

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 96 18915 A (AMOCO CORP) 20. Juni 1996 (1996-06-20) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-10
A	US 5 706 194 A (NEFF DENNIS B ET AL) 6. Januar 1998 (1998-01-06) Spalte 3, Zeile 12 - Zeile 48	1,8,9
A	WO 97 13166 A (AMOCO CORP) 10. April 1997 (1997-04-10) in der Anmeldung erwähnt Seite 4, Zeile 10 -Seite 5, Zeile 5	1,4
A	WO 97 39367 A (AMOCO CORP) 23. Oktober 1997 (1997-10-23) in der Anmeldung erwähnt	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. November 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/12/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Swartjes, H

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/DE 00/02000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9618915 A	20-06-1996	US 5563949 A	08-10-1996
		AU 696742 B	17-09-1998
		AU 4133396 A	03-07-1996
		CA 2179901 A,C	20-06-1996
		CN 1138902 A	25-12-1996
		EG 20609 A	30-09-1999
		EP 0736185 A	09-10-1996
		NO 962731 A	11-10-1996
		US 5930730 A	27-07-1999
		US 5838564 A	17-11-1998
US 5706194 A	06-01-1998	AU 673795 A	21-11-1996
		CA 2177771 A	02-12-1996
		EP 0745870 A	04-12-1996
		NO 962267 A	02-12-1996
WO 9713166 A	10-04-1997	US 5930730 A	27-07-1999
		AU 709621 B	02-09-1999
		AU 7382996 A	28-04-1997
		CA 2204168 A	10-04-1997
		CN 1166207 A	26-11-1997
		EP 0796442 A	24-09-1997
		NO 971801 A	05-06-1997
WO 9739367 A	23-10-1997	AU 710968 B	30-09-1999
		AU 1824797 A	07-11-1997
		CA 2220274 A	23-10-1997
		EP 0832442 A	01-04-1998
		NO 975784 A	12-02-1998
		US 5892732 A	06-04-1999